

XVI. A GEOLOGIAI KORMEGHATÁROZÁSRÓL.*

COTTA BERNÁT.

Mindezeideig a geológok — megfigyeléseik alapján — a kőzeteknek, lerakódásoknak vagy átalakító folyamatoknak mindig csupán a *relatív* (viszonylagos) korát képesek meghatározni; ellenben a valóságos vagyis *abszolút* kort, t. i. az években vagy évezretekben kifejezhetőt nem képesek megállapítani, mint-hogy ehhez eddigelé semmiféle biztos abszolút időmértékkel nem rendelkeznek. Rétegek és képletek háborítatlan egymástratepedéséből vagy kitorésbeli kőzetek töltelékeiből, valamint a kétségtelenül töredékekül felismerhető darabok beágyazásából világosan megismerhetjük, hogy melyik az idősebb vagy fiatalabb; mert az eredetileg valamely kőzetre rá rakódott rétegek okvetlenül később kellett keletkeznie mint az alsó kőzetnek; továbbá minden kitorésbeli kőzet, mely valamely más kőzeten keresztül hatol (legyen bár emez réteges vagy rétegezetlen képződmény), t. i. ha annak egy vagy több repedését kitölti, szintén kétségtelenül fiatalabb mint az, a melynek hézagaiba benyomult; és ugyanez áll minden oly kőzetről, a mely valamelyes töredékeket vagy görgetegeket, tehát nálánál régibb darabokat tartalmaz a maga testében beágyazva.

Minthogy továbbá az áradék szerves fajok chronologiai egymásrakövetkezését az úgynevezett kővületek telepedéséből felismerték és elég szigorúan megállapították, már pusztán ezek által, a települési viszonyok ismerete nélkül is meg lehet határozni az olyan lerakódások relatív korát, a melyekben világosan felismerhető kővületek fordulnak elő. Ez által lehetségessé vált még az is, hogy két vagy több földrésznek egyidejű vagy más-más időben képződött, idősebb vagy fiatalabb lerakódásait is felismerhetjük, még ha a földrészeket

* Ueber geologische Zeitbestimmung, von B. v. Cotta. (Das Ausland. 1876. Nr. 10.)

vízterületek vagy más hozzáférhetetlen közök választják is el egymástól, így például Európa, Amerika és Ausztrália geologiai képződményeit; a mit pusztán a kőzeteknek azonos vagy elütő alkotásából nem lehetne meghatározni, mint-hogy úgy látszik, hogy különböző földrészekben gyakran egyforma kőzetek képződtek más-más időszakokban és viszont egymástól szerfelett különböző kőzetek egyazon korszak tartama alatt.

Sokféleképen megpróbálták ugyan már a geologiai folyamatoknak és képződményeknek abszolút korát is meghatározni, kinyomozván, hogy némely működésekben megfigyelt folyamatok valamely időszak tartama alatt micsoda eredményeket szolgáltattak; s ebből akartak azután következtetést vonni arra, hogy mennyi időnek kellett eltelnie, mely alatt a régebbi geologiai korszakokban végbemenő hasonló (analog) folyamatok az ismeretes eredményeket létrehozták. De eddigelé mindezek a törekvések nem vezettek számbavehetőleg biztos eredményre; mert legalább is bizonytalan maradt: ha vajjon a lerakódás, szétrombolódás és átalakulás föltételei mindig olyanok voltak-e mint a megfigyelt esetekben?

E kísérleteket néhány példa jobban meg fogja világosítani.

1. Meredek vízcsatornák tövében, leginkább magas hegységbeli széles völgyek fenekén, a vizek által lehordott kövekből, töredékekből időjártán csonka kúpalakú halmok képződnek. Morlot egy ilyen halomnak néhány évtizedig megfigyelt növekedéséből kiszámította, hogy mennyi száz évre volt szükség, míg egy ilyen halom képződhetett vagy annival emelkedhetett, hogy a benne (vasúti átvágás alkalmával) talált régi eszközök bizonyos vastagságú töltéssel beborítottak. Számításának eredménye ebben az esetben 4000 esztendő volt; a képződés tehát nem nyúlik történelem előtti időkre; s a számítás helyessége

különben azon a kissé bizonytalan feltevésen alapúl, hogy a lerakódás e 4000 év tartama alatt folyton-folyvást egyenletesen növekedett. De ez elvégre mégis csak időmeghatározási módszer volt, a mely bizonyos körülmények között némi valószínűséggel még sokkal nagyobb geológiai képződési időszakokra is engedhet következtetni.

2. Horner Leonhard kezdeményezésére a Nilus völgyének alsó, az elárasztásnak minden évben kitett síkján lyukakat fúrtak és aknákat mélyesztettek le, a végből hogy a lassanként egymás fölébe ülepedett iszaprétegeket megvizsgálják és vastagságukat megmérjék. Az alsó sziklatalajt nem érték ugyan el, de még 30—35 méter mélységben is találtak téglatöredékekre, tehát emberiműködés nyomaira. Minthogy már most Girard megfigyelései szerint a nilusi fenezaplerakódás ezen a tájon a völgy fenekét 100 év alatt mintegy 13 centiméterrel emeli, ebből Lyell azt következtette, hogy ama tégladaraboknak 12000 évesnél régiebbeknek kell lenniök. Itt is csak egy az ember történetére vonatkozólag érdekes adat az eredmény; de bizonyos körülmények között ugyanezt a módot sokkal idősebb geológiai lerakódások meghatározására is lehetne alkalmazni.

3. Humphry és Abbot vizsgálatai és ezekre alapított becsléseik szerint a Mississippi nagy folyamvidékén a felszín talajából 6000 év alatt átlagban 32 centiméternyi réteg mosódik le, t. i. e hosszú idő tartama alatt ennyivel válik alacsonyabbá az egész vidék talaja.

De minthogy Humboldt Sándor becslései szerint a szárazföldek és szigetek kiemelkedése középértékben az egész föld kerekiségén k. b. 330 méterre rüg; nem kevesebb mint 6 milliion esztendő alatt az összes kiemelkedő földrészeknek le kellene mosatniok, s a tengerek medrébe hordatniok, feltéve, természetesen, hogy a lemosatás hatása mindig és mindenütt egyformá marad, és hogy vulkáni erők sehol sem idéznek elő újabb talajemelkedéseket. Az ily

módon 6000 év alatt a tengerek medrébe kerülő lerakódások középvastagsága azonban nem 32, hanem csak mintegy 13 centiméternyire rúgna; minthogy az összes szárazföldek felszíne a tengerek felszínéhez csak úgy aránylik, mint 576 az 1390-hez. Hogy tehát a lerakódások középvastagsága 32 centiméternyire emelkedhessék, arra 14400 év kellene; 330 méter vastag lerakódás képződésére pedig 1,440,000 év. Ha ezek a számok biztosan megvolnának állapítva, úgy csakugyan segítő módot nyertünk volna általuk arra, hogy a lerakódások vastagságából a képződésökre szükséges időt kiszámítsuk. De bezzeg a lemosatást és lerakódást okozó körülményeknek ép úgy térbeli, valamint időbeli egyenletessége legalább is fölötte kétséges, és ennél fogva az erre a feltevésre alapított számítások is bizonytalanok.

4. Backwell kipuholta, hogy a Niagara vízuhataigai az 1830 előtti 40 év alatt évenként átlag 63 centiméternyivel hátráltak völgyellenes irányban. Ha Queenstowntól — a hol egykori jelenlétöket geológiailag meglehetősen biztossággal ki lehet mutatni — ugyanazon időmértékben hátráltak volna fölfelé, úgy erre k. b. 35,000 év lett volna szükséges; de Lyell, a ki e tárgyat kimerítően megbeszélte, maga is ki mondja, hogy a körülményeknek állandó egyformasága ebben az esetben még valószínűtlen is; a számítás tehát igen bizonytalan.

5. Kissé jobb segítő módot szolgáltatathatnának talán a geológiai abszolút kormeghatározásokra némely tetemes vastagságú kősólerakódások, a melyekben tiszta kősóból való vékony rétek anhydrit (víztelen gipsz) rétekekkel váltakoznak, mint péld. Stassfurtnál; vagy agyagos közbülső rétekekkel mint Tordánál Erdélyben. E váltakozó helyezkedéseket időszakos, alkalmasint évszaktoktól függő hőmérséklet-változások eredményeként tekinthetjük, s így némileg az erdei fák évgyűrűivel hasonlíthatnók össze. De ha ez a feltétel töké-

letesen helyes volna is, általa mégis mindig csak azt az időszakot lehetne kiszámítani, a mely egy bizonyos ily alkotású kősólerakódás képződésére szükséges volt; de nem vehetnők ki belőle a lerakódás képződésének, kezdetének és végének éveiben kifejezhető periódusát.

6. Különböző állat- és növényfajok egymásra következését — a mely az üledékes lerakódásokban előforduló kövületekből kiderül — szintén fel lehetne használni abszolút körmeghatározásokra, ha az élettartamnak, vagy az egymásra következő fajok váltakozásának időmértéke csak némileg is ismeretesek volnának; a mi azonban fájdalom épen nincs úgy.

7. Hadd hívjam fel e helyütt a figyelmet még arra, hogy megpróbálták már azt az időtartamot is meghatározni, mely azóta eltelt, hogy a Föld bizonyos feltételezett igen magas kezdeti mérsékletről jelenlegi hőfokára lehült.

8. Thomson tanár számítása, mely szerint a Nap nem több mint csak 100 millio év óta sugározhatta melegét a Földre, még akkor sem lenne alkalmas pozitív geológiai korszámításra, ha szigorúan meg volna állapítva; hanem legfeljebb a szerves életnek földünkön való létezése időmaximumát határozhatná meg.

Mindezek a kísérletek, mint említők, nem vezettek általánosan alkalmazható *geológiai idő-mértékekre*. Legfeljebb az egyes geológiai folyamatokra szükséges időt lehet általuk közelítőleg meghatározni. Csak a közelebbi időknek jutott osztályrészül az a kilátás, hogy csillagászati úton — t. i. bizonyos, a Föld felszínén végbement s kimutatható változásoknak a naprendszernek chronológiailag kiszámítható változásaival kapcsolatba vetése útján — pozitív geológiai időmeghatározásokat lehet majd tenni, a melyek lehetőleg mind kiterjedtebb alkalmazást fognak megengedni.

A geológok mintegy 30 év óta felismerték és számos tény által bebizo-

nyították, hogy legalább Európában a glecsereknek — számos magas hegység-beli völgyek ez állandó jégfolyamainak — kevéssel a harmadkor után sokkal elterjedtebbeknek és helybelileg is sokkal terjedelmesebbeknek kellett lenniök mint mai nap. Nemcsak az Alpokban, a Pyrenaeusokban és a skandináv hegységeiben — a hol még jelenleg is vannak glecserek — nemcsak ezeken találtak egykori létezésök világos nyomaira, úgymint sziklahorzsólásokra, moréna-(glecsersáncz)tömbökre és más effélékre mélyen a mostani glecserek szintája alatt és jó magas mostani határuk felett, valamint tőlük távolabb eső sík vidékeken, melyeket mostanság gazdag növénytenyészet borít; hanem mutatkoztak nyomaik a Vogesekben, Skótszágban, Korzika szigetén s egyebütt [Magyarországon is*], a hol jelenleg épen nincsenek glecserek, még pedig kétségbe nem vonható, helyenként igen nagy kiterjedésről tanúskodó nyomok.

Minthogy ez az egykor sokkal nagyobb glecser-uralom Európában kétségtelenül mindenütt egyidőre, t. i. egyazon geológiai korszakra esett, ezt a korszakot a glecserek korának, jégkorszaknak vagy hideg korszaknak nevezték el.

Észak-Amerikában szintén számos nyomára akadtak egyidejű nagyobb glecsereknek; míg ellenben föllette kétes dolog: vajjon a déli földgömbön — különösen Új-Zélandban — megfigyelt analog jelenségek szintén ugyanabba a geológiai korszakba tartoznak-e, avagy valamivel korábbi vagy későbbi kornak maradékai?

Az északi félgömbön a Himaláján is vannak glecserek nyomai, de a koruk még bizonytalan. Ellenben Ausztráliában és Dél-Afrikában még közelítő biztossággal

* Magyarországról bővebben szól Török József cikke: „A jégkorszak nyomai Magyarországon s különösen Debreczen vidékén“, a Természettud. Közlöny“ 1875-dik évi kötetében, és ugyanott Szabó József a mátrai és az alföldi glecser-nyomokról.

sem ismerték fel, hogy vajjon egykor ott is voltak-e efféle nagy kiterjedésű glecserek? egyrészt talán azért, mert ezekben az országokban egyáltalán nincsenek elég nagy hegyek, vagy pedig azért, mert területeteik még fölötte hézagosan vannak átkutatva. Figyelemre méltó körülmény azonban, hogy az Altáj hegységben, mely pedig az északi félgömbhöz tartozik, s a melynek legmagasabb ormain még jelenleg is találkozik néhány glecser, még a nagy figyelemmel való kutatás daczára sem sikerült olyan nyomokra akadnunk, a melyek ott a glecsereknek egykori nagy kiterjedése mellett tanúskodnának*. Szibéria északi részén azonban néhány jelenség csakugyan arra mutat, hogy ott régebben uralkodott a jégkorszak, de hogy mely időben kezdődött, az bizonytalan, minthogy egyelőre még nem lehet kideríteni, vajjon a fagyos-jeges talajban talált mammút- és orszarvúmaradékok megmaradását rögtönösen bekövetkezett hideg korszak hatásából kell-e kimagyaroznunk?

A mit eddigelé a forróövi országokról, így különösen Agassiz útján a braziliai, egykor állítólag nagy kiterjedésű glecserekről tudunk, az más szakértők nézete szerint még fölötte kétséges dolog.

Chili déli részén, tehát egészen a déli félgömbön — a hol jelenleg, úgy látszik, mérsékelt hideg korszak uralkodik — Darwin közlése szerint néhány nagy glecser (még az oly alacsony szélességi fok alatt is, mely az északi félgömbön Genfnek felel meg) az Andok magas ormairól egészen a tengerig nyúlik le, szakasztott azon módon, a mint Grönlandban és Spitzbergában sokkal magasabb északi szélességi fokok alatt mai nap is látható; a miből az északi és

* E szempontból régebben Helsemsen tanulmányozta az Altáj hegységet (1834); újabban Cotta vizsgálta át (1868), s utazásának eredményeit terjedelmesebb munkában adta ki: „Der Altai, sein geologischer Bau und seine Erzlagerstätten“. Lipcse, 1871. Bővebben szól a kérdéstről e művének 74 és következő lapjain. P. Gy.

déli félgömb jelenlegi klimatikus különbsége igen világosan kiderül, annál is inkább, minthogy a glecserek Új-Zélandban is sokkal lejjebb nyúlnak mint az északi félgömbön bárhol ugyan azon szélességi fokok alatt.

Az imitt elsorolt tények összességéből biztosan kitűnik, hogy az északi félgömbnek nagy részén a legújabb geológiai korszakok egyikében, az úgynevezett harmadkor után, oly alacsony középhőmérsékletnek kellett uralkodnia, hogy annak következtében a glecserek sokkal terjedelmesebbek és nagyobbak voltak, mint mai nap. Hogy vajjon ugyanez a korszak a déli félgömbön is *egyidőben* vonúlt-e el, az legalább is merőben kétséges dolog.

E hideg korszak kimagyarázására, a mely ellentétben látszik állani azzal a nagyon általános feltevessel, hogy a Föld testének lehülése lassan ugyan, de folyton folyvást előbbre halad (amennyiben a nagy hideg után legalább az északi félgömbön ismét jóval magasabb fokú, a jelenleginek megfelelő középhőmérséklet következett), erre igen különféle hypothesiseket állítottak fel. Megemlítjük közülök a legfontosabbakat:

1. A magában véve teljesen indokolatlan feltevés, hogy a meleg igen egyenlőtlenül van eloszolva a világtérben, melyben a naprendszer mozog. Úgy vélték ennek értelmében, hogy egyidőben a Föld valamí szerfelett hideg régió haladt keresztül s ez okozta volna a jégkort.

2. Feltették, hogy a Föld felszínének a napsugárzás okozta mérséklete, különösen nagy számú napfoltok miatt, időszakosan csökken. E két ok a Föld felszínének szükségképen valamennyi részére egyenlően és egyidejűleg hatott volna.

3. Nagy változások a víz és föld eloszlásában, minthogy jelenleg — talán épen a túlnyomó vízterületek következtében — a déli félgömb hidegebb az északnál, a mi az északi jégkor idejében alkalmasint megfordítva lehetett.

4. Szerfölött nagy ingadozások a

földpálya-tengelynek a földpályához való helyzetében, mi által, mint az előbbi ok következtében, majd az egyik, majd a másik félgömbnek különösen alacsony hőmérséklet jutna osztályrészül.

5. Annak feltevése, hogy egykor az Alpok sokkal magasabbak voltak mint mai nap, de ormaik a fölemelt tömegeknek lassú kihülése következtében ismét jelentékenyen megtöppültek.

6. Valaha a Zahara-sivatagot, északi Afrikának e nagy mélyedését, tenger foglalta el, minek következtében a száraz és meleg föhn-szelek helyett az Alpok hegylánczát hidegebb s nedvesebb légáramok járták, a mint Afrikából északfelé vették útjokat.

E két utóbbi magyarázat azonban lényegileg csakis az Alpok vidékére lehet érvényes, de korántsem Skótországra és Skandináviára nézve, a hol pedig szintén nagy terjedelmű glécserek nyomaira akadtak.

Mindezekon kívül még más útközmódokon is megpróbálták a jégkort kimagyarázni; de azokat ezuttal mellőzhetjük.

Croll James, a ki e kérdésnek astronomiai úton való megfejtésével már több mint tíz éve foglalkozik, nemrégiben megjelent vaskos és gazdag tartalmú könyvében* összefoglalta régebbi kutatásainak eredményeit s azok alapján megkísérelte a kérdés magyarázatát adni, a mely, ha teljesen megbizonyúlna, mérhetetlen fontosságúvá válnék, a geológiára általában s különösen az eddigelé még teljesen hiányzó absolut kormeghatározásra nézve.

Croll mindenek előtt visszautasítja az összes eddigi jégkor-magyarázó kísérleteket, részint mint magukban véve tartahatatlant, részint mint hiányosakat; s azután áttér saját magyarázatára, melyben a pusztá hypothesiseket szigorúan kerülte, mindenütt csillagászati megfi-

gyelések és számítások eredményére támaszkodván.

A földpálya központkivüliségében beállott időszakos változások, véleménye szerint, mindenesetre legelső okai a hideg korszakoknak, a melyekhez azután szükségképi következményül egyebek is csatlakoznak. Fölötte nagy pálya-központkivüliség esetében a Föld azon felének, melynek tele a naptávolba esik, klimatikailag mindig hátrányban kell lennie a másik féllel szemben, t. i. a középhőmérsékletének sokkal alacsonyabbnak kell lenni a másikénál. De minthogy mind a pálya-központkivüliség ingadozásai, mind az éjnapegyének előhaladása (praecessio), melyekből az évszakok bekövetkezése mind a két félgömbre nézve függ, nagy és nem egyenlő, de kiszámítható periodusokban következnek egymásra, — ennél fogva a föld egyik vagy másik felének váltakozva bekövetkező klimatikus előnye két, chronologiailag meghatározható csillagászati jelenség összetételközásától függ.

Egymagában véve azonban, úgy mond Croll, még ha a nagy pálya-központkivüliség s a naptávol időszaka (aphelium) összeesik is az egyik félgömb telének idején, ezen a féltekén csak oly csekély hőfok-csökkenést okoz, a mely még korántsem idézhetne elő olyan hatalmas jégkorszakot, mint a milyennek kétségtelen nyomait az északi félgömbön felismerték.

Ilyen, a Földnek mindkét felén váltakozva bekövetkező jégkorszakok kimagyarázására még mindenekelőtt egy a Föld felszínén végbemenő physikai jelenség hozzájárulása szükséges, a mely azonban tényleg egy szükségképeni következmény ama — a jégkorszak kimagyarázására egymagában elégtelen — jelenségnek: a két félgömb *egyenlőlen megmelegítésének* a nap sugarai által. E jelenség az uralkodó legfontosabb tengeráramok helyzetének és irányának változásaiban áll, a melyek Croll szerint nem annak a következményei, hogy a napsugarak egyenlőtlenül melegítik meg a tengervizet, s hogy ennek következté-

* Climate and Time in their geological relations. A theory of secular changes of the Earth's climate. By James Croll. London, 1875.

ben a tengervíz fajsúlya helybelileg megváltozik, hanem lényegileg az uralkodó állandó légáramlások — a pászttás szelek — által magyarázandók ki, a mely szelek részben csakugyan az egyenlőtlen hőviszonyoktól függvén, ama — a két félgömbnek magukban véve nem valami jelentékeny hőbeli különbségei következtében egyik esetben az egyenlítőől északfelé, a másik esetben dél felé űzetnek; így jelenleg északfelé, a hol egyebek közt a Golfáramot okozzák, a mely nélkül a jelenleg lakott északi félgömb nagy része teljesen lakhatatlan volna s a rákövetkező jégkor zordonságainak nézhetne elébe.

Ha Crollnak ezek az állításai helyesek, úgy mindenesetre igen-igen fontos segítséget nyújtanak valamennyi geologiailag világosan felismerhető jégkorszak abszolút korának meghatározására mind a két félgömbre nézve; legelső sorban legalább az utóbbi három millió esztendőtt illetőleg. Mert Lagrange és Leverrier a földpálya központkivüliségének változásait, Kr. sz. után 1800-ból indulva ki, három millió évre visszafelé s egy millió évre előre már kiszámították. E számítások eredményeit Croll nemcsak speciális táblázatokban állította össze, hanem egy külön lapon grafikailag is igen átnézetesen feltüntette. Ezzel kapcsolatban elég lesz megjegyeznünk, hogy az éjnapegyének előhaladásának időszakai szintén ismeretesek. — Hogy vajjon a két nagyírű matematikus számításai elég biztos fundamentumon (úgy nevezett állandókon) nyugszanak-e, t. i. hogy a földpálya központkivüliségének változásait illető eddigi megfigyelések elégségesek-e oly roppant időszakokra vonatkozó számításokhoz, a fölött csillagászok ítéljenek; mi geológok ezeket egyelőre helyesekként kell hogy fogadjuk. De még arra az esetre is, ha e számításokon később még javításokat tennének, Croll elmélete, és különösen egy ilyen időszámítás, mégis fölötte fontos maradna.

A most is már előttünk fekvő számításokból az a szerfelett érdekes ered-

mény derül ki, hogy az északi félgömb legutóbbi jégkorszaka mintegy 80.000 évvel ezelőtt uralkodott. S ez az emberi nem történetére nézve is fontos adat, minthogy meglehetősen biztossággal feltehetjük, hogy az ember létezésének eddigelé felfedezett legrégebb, világosan felismerhető nyomai s maradékai, k. b. ugyanilyen időssek, t. i. e jégkorszak lerakódásaihoz tartoznak.

Úgyde a geológok régesrég felismerték, hogy az Alpok utolsó jégkorszakát egy másiknak, aránylag rövid idővel előbb kellett megelőznie, melynek tartama alatt az alpesi glecserek az alacsony északi Svájczon keresztül a Juráig és Schwarzwaldig értek; mire azután a rákövetkező melegebb közbülső időszakban sokkal szűkebb határok közé húzódtak vissza, hogy később ismét tovább terjeszkedjenek, habár a régi határokat többé el nem érték is. E két jégkor glecsereinek hordalékai között Dürntenél (Svájcban) egy csekély vastagságú kőszéntelet is találtak közbekhelyezkedve, a melynek növényi maradékai jó ideig megtartó, aránylag enyhe klímára engednek következtetni; s így a fentebbiek szerint e szénképződménynek több mint 80.000 évvel ezelőtt kellett lerakódnia. De ezt a két legutóbbi északi jégkort Croll szerint még több ilyen hideg korszak is előzte meg; így például a miocén-korszakban mintegy 850.000 évvel ezelőtt s az eocénben mintegy 2,500.000 esztendő előtt.

Croll azonban a maga geologiai speculatióiban még sokkal régiebb időkbe is visszavezet bennünket.

Néhány angol geológ (különösen Ramsay) ugyanis úgy vélekedik, hogy több izromban ismétlődött jégkorszakok kétségtelen nyomait a legrégebb cambri lerakódásoktól kezdve fel a legújabb harmadkori lerakódásokig terjedő képletek között is sikerült felismerniök; a melyek, ha biztosan megállapíthatnak, valamennyien korszámítás alá vonhatók.

De minthogy a glecserek elterjedésének mind ezen nyomai lényegileg csupán abból állanak, hogy e nagy idő-

szak üledékes lerakódásai között olyan konglomerátokat véltek felismerni, a melyek látszólag erraticus, moréna-tömböket is tartalmaznak, a melyek magukban véve kissé kétes természetűek, és az európai kontinensen még nem sikerült efféléket amazokkal összehangzólag megfigyelni, — a felállított s ezen a jelenségen nyugvó feltevés egyelőre még maga is igen bizonytalan.

A kőszentelepek növényi természetéből továbbá Croll azt is következteti, hogy azoknak mindig nedves-meleg ugyan, de nem forróövi klímában kellett képződniök, a mi az ő véleménye szerint leginkább az inter-glaciális, t. i. a két-két jégkorszak közé eső időszakoknak felel meg.

Ha azonban mindezek mellett Croll a dūrnteni, kimutathatólag interglaciális eredetű szentelepre mint döntő példára hivatkozik, még mindig kérdésbe tehetjük, hogy vajjon ezt a térbeli kiterjedésre nézve igen korlátolt, talán csak pusztán helybeli körülmények befolyása alatt képződött csekély szénlerakódást — a régiebb és részben igen vastag és terjedelmes kőszénlerakódásokkal szemben — elfogadhatjuk-e olyan bizonyító példának?

Feltéve, hogy Croll elmélete a szénképleteket illetőleg egyáltalán helyes, belőle az a további igen fontos következtetés lenne vonható, hogy minden jelentékeny szénképlet mindig csak az egyik félgömbön képződhetett egyidejűleg, minthogy az interglaciális időszakok mindig váltakozva uralkodtak a földnek majd egyik majd másik felén a minthogy a jégkorszakok és következményeik az eljegesedések is mindig csak az egyik félgömbön uralkodhattak egy időben.

Geologiai álláspontból az ilyen feltevést nem lehet se bebizonyítani, se megczáfolni; mert eddigelé az egyes

északi és déli kőszentelepektől nem kerültek sem annyira megegyező, sem annyira elütő növényi maradékok, hogy belőlük biztosan lehetne az egyidejű vagy nem egyidejű képződésre következtetnünk; annál kevésbbé, mint-hogy az egyes fajoknak se elterjedését, se élettartamát nem ismerjük eléggé. A mi pedig a jégkorszakokat vagy eljegesedéseket illeti, ezeknek világos nyomai között mind a két félgömbön keresztül húzódik egy széles egyenlítői öv, a melyben se Amerika, se Afrika vidékein nem fedezték fel egykori jelentékeny glecserek nyomait, s ezáltal szükségképen lehetetlenné válik annak kiderítése: vajjon az északi és déli jégkorszakok egyidőben vagy nem egyidőben uralkodtak-e?

De ha egyelőre nem varrunk is hímec Crollnak némely tekintetben talán nagyon is messze vágó következtetéseiből, az ő gondos astronomiai-physikai kutatásai mégis mindenesetre kiváló fontosságúak maradnak a geológiára nézve: legelső alapot szolgáltatván az *abszolút geologiai kor meghatározásra*, az eddigi meghatározásokkal szemben, a melyek mindig csupán a *relatív* korra engedtek következtetni.

Végül pedig az olvasók megnyugtatására kijelenthetjük, hogy jelenleg a földpálya központkivülísége (a jégkorszakoknak egyik főoka) még nem kevesebb mint 20,000 évre csökkenőben van, s hogy rendkívüli nagyságát nyilván csak mintegy 150 ezer, 500 ezer, 800 ezer és 900 ezer év múlva fogja elérhetni; míg ellenben az éjnapegyének előhaladása (a praecessio), mint a jégkorszakok másik föltétele, mintegy 25,800 év alatt végez egy teljes periódust. A két jelenség pedig Croll szerint egy millió évre terjedő időszakban átlag csak k. b. kétszer találkozik össze.

Közli: PETHŐ GYULA.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedély — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhetsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.